

**Bulky material decontamination process and device**

Patent Number: DE4409391  
Publication date: 1995-09-21  
Inventor(s): DIEMAR WOLFRAM DR (DE); BECKER HORST (DE)  
Applicant(s):: LOI IND OFENANLAGEN (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4409391  
Application Number: DE19944409391 19940318  
Priority Number(s): DE19944409391 19940318  
IPC Classification: B09C1/06 ; B09C1/02  
EC Classification: B01J19/20, B09C1/02, B09C1/06  
Equivalents: .

---

**Abstract**

---

Decontamination process for heavily contaminated bulky material, which is continually fed through a treatment zone and treated there with steam, which is directed across the top of the material. The material is intensively stirred during its transportation through the treatment zone. Also claimed is a device to carry out the above process, having a treatment chamber (1) with a material transport device, material inlets (2) and outlets (3), and steam inlets (4) and outlets (5). The transport device has helical stirring elements (6, 7) arranged near the floor of the chamber (1) whose axes point in the direction of material transport. Neighbouring elements (6, 7) have opposite running pitches and can be driven in opposite directions. The steam inlet (4) runs into the treatment chamber (1) above the stirring elements (6, 7).

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 09 391 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 09 C 1/06**  
B 09 C 1/02 - G A S

②1 Aktenzeichen: P 44 09 391.8  
②2 Anmeldetag: 18. 3. 94  
④3 Offenlegungstag: 21. 9. 95

②

DE 44 09 391 A 1

⑦1 Anmelder:  
LOI Essen Industrieofenanlagen GmbH, 45138 Essen,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45133 Essen

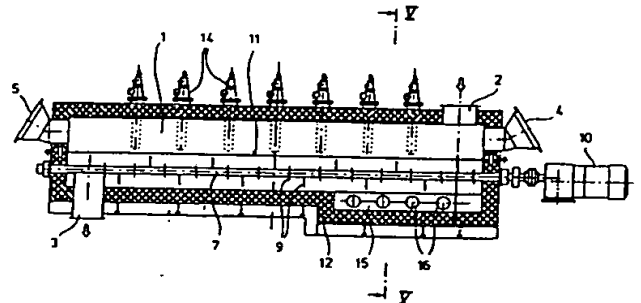
⑦2 Erfinder:  
Diemar, Wolfram, Dr., 38678 Clausthal, DE; Becker,  
Horst, 45472 Mülheim, DE

⑥6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 08 591 A1  
DE 40 30 416 A1  
DE 92 13 599 U1  
WO 92 10 239

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Dekontaminieren von Schüttgut

⑤7 Das Schüttgut wird in eine Behandlungskammer (1) eingegeben und der Wirkung von bodennahen, schneckenförmigen Rührelementen (7) ausgesetzt, die außerdem den Transport des Schüttgutes bewirken. Gleichzeitig wird die Oberfläche des Schüttgutes mit Wasserdampf beaufschlagt. Zusätzliche interne Heizelemente (14) und externe Heizelemente (16) sorgen für eine zusätzliche Wärmezufuhr. Auch mit Schadstoffen hochbelastetes Schüttgut läßt sich intensiv reinigen, und zwar in großtechnischem Maßstab.



DE 44 09 391 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Dekontaminieren von mit Schadstoffen hochbelastetem Schüttgut, das kontinuierlich durch eine Behandlungszone hindurch transportiert und in dieser mit Wasserdampf behandelt wird. Hierzu weist die Vorrichtung eine Behandlungskammer auf, die eine Transporteinrichtung für das Schüttgut enthält und einen Schüttguteinlaß und einen Schüttgutauslaß sowie ferner einen Wasserdampfeinlaß und einen Wasserdampfauslaß aufweist.

Unter mit Schadstoffen hochbelastetem Schüttgut sind vor allen Dingen stark kontaminierte Böden zu verstehen, die einen hohen Anteil an organischen Schadstoffen und beispielsweise Cyanid-Verbindungen enthalten. Auch kann es sich um Bauschutt handeln und ferner um Schadstoffkonzentrate, die bei einer naßmechanischen Bodenaufbereitung anfallen und beispielsweise 10 bis 30% des Ausgangsmaterials ausmachen.

Eine Behandlung mit Wasserdampf ist deshalb vorteilhaft, weil die Behandlungstemperaturen niedriger liegen können als bei einer rein thermischen Behandlung. Die Schadstoffe aus dem Schüttgut werden in die Gasphase überführt und im Gasgemisch durch Oxidation zerstört.

Allerdings fehlt bisher noch eine Möglichkeit zur großtechnischen Realisierung des Verfahrens. Es wurde bereits erwogen, das Schüttgut mittels eines Siebbandes durch die Behandlungszone zu transportieren und den Wasserdampf von unten in das Schüttgut einzublasen. Dabei kann allerdings nur mit einer sehr geringen Schichtdicke des Schüttgutes gearbeitet werden. Auch erfordert dieses Verfahren einen relativ hohen Wasserdampfdruck, wodurch die Wirtschaftlichkeit sinkt. Ferner ist der apparative Aufwand hoch, da kleinere Schüttgutpartikel vom Wasserdampf mitgerissen werden und an entsprechenden Filtern abgeschieden werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art großtechnisch einsetzbar zu machen und eine entsprechende Vorrichtung dafür vorzusehen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut während seines Transportes durch die Behandlungszone intensiv gerührt wird und daß der Wasserdampf oben über das Schüttgut geleitet wird.

Auf diese Weise kommt es zu einem sehr intensiven Kontakt zwischen dem Schüttgut und dem Wasserdampf, ohne daß letzterer durch das Schüttgut hindurchgeblasen werden müßte. Bei einer Behandlungstemperatur von ca. 600 bis 700°C werden sämtliche Schüttgutpartikel regelmäßig an die Oberfläche des Schüttgutbettes befördert, wo eine Verdampfung der Schadstoffe stattfindet. Die gasförmigen Schadstoffe vermischen sich mit dem Wasserdampf und werden dabei durch Oxidation zerstört. Jede Behandlungseinheit kann so 5 t/h und mehr Schüttgut bewältigen. Das Reinigungsergebnis genügt ohne weiteres den gestellten Anforderungen und läßt sich mit vergleichsweise geringem apparativen Aufwand erzielen. Vor allen Dingen sind keine wesentlichen Aufbereitungsschritte vor Durchführung des Verfahrens notwendig. Die Partikelgröße des Schüttgutes kann von einigen Zentimetern bis hinunter in den  $\mu$ -Bereich gehen. Selbst bei sehr geringer Partikelgröße läßt sich das Verfahren so führen, daß die Partikel nicht vom Wasserdampf mitgerissen werden.

Eine besonders intensive Reinigung wird dadurch erzielt, daß man den Wasserdampf quer zur Transportrichtung des Schüttgutes auf letzteres aufläßt.

Der Ablauf des Verfahrens setzt voraus, daß das Schüttgut während der Behandlung auf die Behandlungstemperatur aufgeheizt wird. Die erforderliche Wärme kann über den Wasserdampf zugeführt werden. Energetisch günstiger ist es, das Schüttgut während seines Transportes durch die Behandlungszone zumindest in deren stromauf gelegenen Bereich zusätzlich zu beheizen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinrichtung schneckenförmige Rührelemente aufweist, die nahe dem Boden der Behandlungskammer angeordnet sind und mit ihren Achsen im wesentlichen in Transportrichtung des Schüttgutes weisen, wobei seitlich benachbarte Rührelemente gegenläufige Steigungen besitzen und gegenläufig antreibbar sind, und wobei ferner der Wasserdampfeinlaß oberhalb der Rührelemente in die Behandlungskammer einmündet. Es wurde gefunden, daß die Rührelemente in der Lage sind, das Schüttgut extrem intensiv durchzurühren und sämtliche Partikel regelmäßig an die Oberfläche des Schüttgutbettes zu bringen. Gleichzeitig bewirken die Rührelemente den Transport des Schüttgutes durch die Behandlungskammer hindurch. Die Schichtdicke des Schüttgutes in der Behandlungskammer hängt vom Durchmesser der Rührelemente ab. Diese Arbeiten erfolgen in geringem Abstand über dem Boden, um auch den unteren Bereich der Schicht zu erfassen. Sehr gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die Füllung der Behandlungskammer maximal bis etwa zur Achshöhe der Rührelemente geht.

Vorzugsweise ist die Behandlungskammer an den Übergängen zwischen ihrem Boden und ihren Seitenwänden an die Kontur der seitlichen Rührelemente angepaßt. Sie bildet eine Wanne ohne seitliche Ecken, so daß Totzonen vermieden werden, in denen keine Rührwirkung eintritt.

Wie bereits erwähnt, erfüllen die Rührelemente neben ihrer Rührfunktion auch die Funktion der Transporteinrichtung. Sie bestimmen also die Verweilzeit des Schüttgutes in der Behandlungskammer. Je nach Temperaturführung kann die Verweilzeit in den einzelnen Zonen der Behandlungskammer unterschiedlich sein. Hierzu ist es besonders vorteilhaft, die Rührelemente mindestens auf einem Teil ihrer Länge mit vorzugsweise verstellbaren Paddelelementen zu besetzen. Im übrigen tragen die Rührelemente Schneckengänge.

Eine nach derzeitiger Sicht optimale Konstruktion besteht darin, daß die Transporteinrichtung von zwei der schneckenförmigen Rührelemente gebildet wird, die sich parallel zueinander horizontal vom Schüttguteinlaß zum Schüttgutauslaß erstrecken.

Ein besonders intensiver Kontakt des Wasserdampfes mit der Oberfläche des Schüttgutbettes wird dadurch erzielt, daß der Wasserdampfeinlaß eine Mehrzahl von beidseitig quer zur Transportrichtung des Schüttgutes angeordnete, schräg nach unten gerichtete Düsen aufweist.

Ferner können in Weiterbildung der Erfindung interne Heizelemente vorgesehen sein, die oberhalb der Rührelemente in die Behandlungskammer hineinragen. Diese Heizelemente, bei denen es sich vorzugsweise um Strahlheizrohre handelt, vermindern den Wärmebedarf, der durch den extern erzeugten Wasserdampf gedeckt werden muß.

Dabei ist vorteilhafterweise mindestens ein Teil der

internen Heizelemente in der Decke der Behandlungskammer angeordnet.

Um den Effekt der internen Heizelemente zu unterstützen, wird in Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, der Behandlungskammer mindestens im Bereich des Schüttguteinlasses externe Heizelemente, vorzugsweise offene Brenner, zuzuordnen.

Die Behandlungskammer bildet ein geschlossenes Gehäuse, das lediglich die erforderlichen Ein- und Auslaßöffnungen aufweist. Zur Vereinfachung der Wartung wird vorgeschlagen, die Behandlungskammer zweiteilig auszubilden, wobei die Trennebene horizontal oberhalb der Rührelemente verläuft. Diese sind dann nach Abtrennen des oberen Kammerteils über ihrer gesamten Länge zugänglich.

Die Behandlungskammer besteht aus warmfestem Stahl und ist vorzugsweise von einer ggf. zweigeteilten Ummantelung aus thermischem Isoliermaterial umgeben.

Vorzugsweise bildet die Ummantelung mindestens im Bereich des Schüttguteinlasses einen den Bodenbereich der Behandlungskammer umgebenden Raum für die externen Heizelemente.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 einen vertikalen Längsschnitt durch eine Vorrichtung nach der Erfindung;

Fig. 2 einen horizontalen Längsschnitt durch die Vorrichtung nach Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 1;

Fig. 4 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine abgewandelte Ausführungsform;

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V in Fig. 4.

Die Vorrichtung nach den Fig. 1 bis 3 bildet eine Behandlungskammer 1 mit einem Schüttguteinlaß 2, einem Schüttgutauslaß 3, einem Wasserdampfeinlaß 4 und einem Wasserdampfauslaß 5. Nahe dem Boden der Behandlungskammer 1 sind zwei schneckenförmige Rührelemente 6 und 7 angeordnet. Sie dienen dazu, das in die Behandlungskammer eingebrachte Schüttgut, bei dem es sich vorwiegend um kontaminierten Boden handelt, vom Schüttguteinlaß 2 zum Schüttgutauslaß 3 zu transportieren und gleichzeitig intensiv zu rühren, damit die einzelnen Partikel regelmäßig zur Oberfläche des Schüttgutbettes gelangen. Diese Oberfläche liegt knapp unterhalb der Achshöhe der Rührelemente. An der Oberfläche des Schüttgutbettes treten die Partikel intensiv mit dem Wasserdampf in Kontakt, der durch den Wasserdampfeinlaß 4 eingeführt wird. Wie aus den Fig. 2 und 3 ersichtlich, umfaßt der Wasserdampfeinlaß 4 außerdem seitliche Düsen, die schräg nach unten gegen das Schüttgut gerichtet sind. Sie sorgen für eine besonders gleichmäßige Wasserdampfzuführung. Versorgt werden die seitlichen Düsen von zwei seitlichen Rohren 8.

Zur Erfüllung ihrer Doppelfunktion des Rührens und Transportierens sind die Rührelemente 6 und 7 im vorliegenden Fall über ihrer gesamten Länge mit Paddel-elementen 9 besetzt. Durch Verstellen dieser Paddel-elemente läßt sich die Steigung der schneckenförmigen Rührelemente anpassen. Abweichend von der dargestellten Bauweise können die Rührelemente auch zumindest über einen Teil ihrer Länge mit Schneckengängen besetzt sein. Die Steigung der schneckenförmigen Rührelemente 6 und 7 ist gegenläufig, und sie werden auch gegenläufig angetrieben, und zwar von einem Mo-

tor 10.

Die Behandlungskammer 1 bildet ein geschlossenes Gehäuse, welches an einer Trennebene 11 unterteilt ist. Der obere Gehäuseteil kann also abgenommen werden, um Zugang zu den Rührelementen 6 und 7 zu schaffen. Das Gehäuse besteht aus warmfestem Stahl und ist von einer zweigeteilten Ummantelung 12 umgeben. Auch die Rohre 8 tragen eine entsprechende Ummantelung 13.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, arbeiten die Rührelemente 6 und 7 nahe am Boden der Behandlungskammer 1. Dieser ist zum Rand hin gerundet, um eine Anpassung an den Außendurchmesser der Rührelemente zu erzielen. Das gesamte Schüttgutbett wird also von der Rühr- und Transportwirkung dieser Elemente erfaßt.

Ein Teil der Wärme zum Aufheizen des Schüttgutes wird über den Wasserdampf zugeführt. Zusätzlich dazu sind interne Heizelemente 14 vorgesehen, die von der Decke aus in die Behandlungskammer 1 hineinragen.

Die Vorrichtung nach den Fig. 4 und 5 unterscheidet sich von der nach den Fig. 1 bis 3 vor allen Dingen dadurch, daß die Ummantelung 12 im Bereich des Schüttguteinlasses 2 unterhalb der wannenförmigen Behandlungskammer 1 einen Raum 15 bildet, der von externen Heizelementen 16 beheizt wird. Dies dient dazu, den Wasserdampf weiter von der Deckung des Wärmebedarfs zu entlasten, wobei gleichzeitig dafür gesorgt wird, daß das Schüttgut direkt nach seinem Eintritt in die Behandlungskammer und dementsprechend schnell die Behandlungstemperatur erreicht.

Im Rahmen der Erfindung sind durchaus Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So kann mit einer größeren Anzahl von Rührelementen gearbeitet werden, wobei diese sich nicht unbedingt über die gesamte Länge der Behandlungskammer erstrecken müssen. Ferner kann auf die externen und internen Heizelemente verzichtet werden, sofern der gesamte Wärmebedarf vom Wasserdampf gedeckt wird. Gleichmaßen können noch zusätzliche interne Heizelemente vorgesehen werden, die beispielsweise seitlich in die Beheizungskammer hineinragen. Auch für die Anordnung der in der Decke montierten internen Heizelemente gibt es neben der dargestellten einreihigen und zweireihigen Platzierung weitere Alternativen. Beide dargestellten Behandlungskammern sind horizontal ausgerichtet; eine Schräglage ist gleichermaßen möglich. Der Bereich der externen Heizelemente hängt von der gewünschten Aufheizintensität und -geschwindigkeit ab. Gegebenenfalls wird man den gesamten Boden der Behandlungskammer extern beheizen. Ferner besteht die Möglichkeit einer nur internen oder nur externen Beheizung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Dekontaminieren von mit Schadstoffen hochbelastetem Schüttgut, das kontinuierlich durch eine Behandlungszone hindurch transportiert und in dieser mit Wasserdampf behandelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut während seines Transportes durch die Behandlungszone intensiv gerührt wird und daß der Wasserdampf oben über das Schüttgut geleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampf quer zur Transportrichtung des Schüttgutes auf letzteres aufblasen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut während seines

Transportes durch die Behandlungszone zumindest in deren stromauf gelegenen Bereich zusätzlich beheizt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

4. Vorrichtung zum Dekontaminieren von mit Schadstoffen hochbelastetem Schüttgut, mit einer Behandlungskammer (1), die eine Transporteinrichtung für das Schüttgut enthält und einen Schüttguteinlaß (2) und einen Schüttgutauslaß (3) sowie ferner einen Wasserdampfeinlaß (4) und einen Wasserdampfauslaß (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinrichtung schneckenförmige Röhrelemente (6, 7) aufweist, die nahe dem Boden der Behandlungskammer angeordnet sind und mit ihren Achsen im wesentlichen in Transportrichtung des Schüttgutes weisen, wobei seitlich benachbarte Röhrelemente (6, 7) gegenläufige Steigungen besitzen und gegenläufig antreibbar sind, und wobei ferner der Wasserdampfeinlaß (4) oberhalb der Röhrelemente (6, 7) in die Behandlungskammer (1) einmündet.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlungskammer (1) an den Übergängen zwischen ihrem Boden und ihren Seitenwänden an die Kontur der seitlichen Röhrelemente (6, 7) angepaßt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrelemente (6, 7) mindestens auf einem Teil ihrer Länge mit vorzugsweise verstellbaren Paddелеlementen (9) besetzt sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinrichtung von zwei der schneckenförmigen Röhrelementen (6, 7) gebildet wird, die sich parallel zueinander horizontal vom Schüttguteinlaß (2) zum Schüttgutauslaß (3) erstreckt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampfeinlaß (4) eine Mehrzahl von beidseitig quer zur Transportrichtung des Schüttgutes angeordnete, schräg nach unten gerichtete Düsen aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, gekennzeichnet durch interne Heizelemente (14), die oberhalb der Röhrelemente (6, 7) in die Behandlungskammer (1) hineinragen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der internen Heizelemente (14) in der Decke der Behandlungskammer (1) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungskammer (1) mindestens im Bereich des Schüttguteinlasses (2) externe Heizelemente (16) zugeordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlungskammer (1) zweiteilig ausgebildet ist, wobei die Trennebene (11) horizontal oberhalb der Röhrelemente (6, 7) verläuft.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlungskammer (1) von einer ggf. zweigeteilten Ummantelung (12) aus thermischem Isoliermaterial umgeben ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ummantelung (12) zumindest im Bereich des Schüttguteinlasses (2) einen den Bodenbereich der Behandlungskammer (1) umgebenden Raum für die externen Heizelemente (16) bildet.

